

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 04 » августа 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Основы голографии
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Прикладная голография» – получение студентами необходимых знаний и навыков в области практических приложений голографического метода записи, обработки, хранения и воспроизведения информации в оптическом диапазоне излучения.

Студент должен изучить:

- голографию как научно-техническое направление, основанное на возможности записи и преобразования волновых полей;
- физическую природу голографического метода записи, хранения, воспроизведения и отображения информации.
- физико-химические свойства материалов, используемых в голографии.

Студент должен уметь:

- строить основные оптические схемы для голографирования объектов;
- производить запись голографических изображений объектов;
- измерять основные параметры голограмм и обрабатывать полученную информацию.

У студента должны быть сформированы навыки:

- создания простых голограмм и голограммных оптических элементов.
- применения теоретических знаний для практических приложений голографического метода.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физические и нанотехнологические основы голографии;
- основы голографического эксперимента;
- системы и приборы основанные на голографическом методе записи информации;
- технологии и конструкции систем голограммной оптики.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1пк-1.2	Знание законов оптической физики и голографии. Знание назначения и принципа действия экспериментальных приборов, входящих в голографическую установку. Знание принципов построения основных голографических схем.	Знает перечень оборудования, необходимого для контроля качества выпускаемой оптической продукции.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2пк-1.2	Умение использовать законы оптической физики для получения, исследования, выявления недостатков и улучшения качества голограмм	Умеет выявлять недостатки в существующем техпроцессе производства оптической продукции для его совершенствования.	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3пк-1.2	Владение основными принципами создания голограмм и навыками применения теоретических знаний, полученных в разделах физической и волновой оптики, при рассмотрении практических приложений голографического метода.	Владеет навыками разработки мероприятий по обеспечению качества, надёжности и безопасности оптической продукции на всех этапах жизненного цикла оптотехники, оптических и оптико-	Экзамен
ПК-1.4	ИД-1пк-1.4	Знание о голографии как научно-техническом направлении, основанном на возможности записи и преобразования волновых полей. Знание физической природы голографического метода записи, хранения, воспроизведения и отображения информации.	Знает теоретические основы и механизмы оптических нелинейностей при анализе поставленной задачи в области нелинейной оптики.	Курсовая работа
ПК-1.4	ИД-2пк-1.4	Умение использовать основные технологии записи голограмм и применять классические методики измерения параметров голограмм.	Умеет использовать законы и явления нелинейной оптики, фотоники и оптоинформатики при исследовании элементов и систем волоконной оптики.	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3пк-1.4	Владение опытом практической работы с экспериментальными приборами и установками	Владеет навыками оценки нелинейных эффектов в волоконно-оптических системах.	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	76	76	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	104	104	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы голографического метода записи и воспроизведения информации с точки зрения волновой и физической оптики.	18	18	0	52
Голография как раздел физики. Основные этапы становления голографии. Ю.Н.Денисюк – основоположник русской школы голографии. Голографический метод – двухэтапный: запись информации – регистрация голограммы; получение информации – считывание голограммы. Голограмма как носитель информации. Элементарная голограмма – результат взаимодействия двух плоских монохроматических волн. Распределение интенсивности в стоячей волне (интерференционной картине). Основные характеристики голограммы: пространственная частота, расположение интерферирующих пучков относительно регистрирующей среды, толщина голограммы. Элементарная пропускающая голограмма и традиционная дифракционная решетка. Зонная пластинка Френеля и голограмма, образованная плоской и сферической волнами. Терминология: объектная и опорная волны; голограмма пропускающая и отражательная, осевая и внеосевая. Дифракция излучения на одномерной решетке; влияние толщины на свойства элементарных голограмм: количество порядков, селективность. Получение изображения объекта с помощью пропускающей голограммы: мнимое и действительное изображение. Пространственная частота голограммы при регистрации точечного объекта, освещаемого плоской волной. Элементарная голограмма как двумерная синусоидальная функция с определенным периодом и пространственными частотами. Основные характеристики объектов для голографирования. Коэффициент отражения зеркального объекта; индикатриса рассеяния диффузного объекта. Получение изображения объекта с помощью пропускающей голограммы: голограмма сфокусированного изображения; изображение – «фантом»; ассоциативный отклик голограммы. Схема Габора и ее особенности; практическая реализация при использовании непрозрачных объектов. Схема Денисюка и ее особенности; возможные реализации схемы Денисюка. Схема Лейта и Упатниекса и ее особенности; схемы голографирования прозрачных объектов по Лейту и Упатниексу. Голограмма Бентона – радужная голограмма. Голограмма Френеля, Фраунгофера: схема Томпсона.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Голограммы Фурье и их особенности: схема получения голограмм Фурье по Ван дер Люгту. Различные типы голограмм. Деление голограмм по следующим характеристикам. В зависимости от схемы регистрации: голограммы Габора, Денисюка, Бентона, сфокусированного изображения, Френеля, Фраунгофера, Фурье. В зависимости от соотношения между толщиной голограммы и ее периодом: двумерные (плоские) голограммы, трехмерные (объемные); критерий объемности. В зависимости от оптического параметра среды, который промодулирован интерференционной картиной: амплитудная голограмма, фазовая голограмма. В зависимости от характера изменения параметров регистрирующей среды при записи: обратимая (реверсивная) запись, необратимая запись.</p> <p>Статические и динамические голограммы: основные свойства, особенности и области применения: нестационарный энергообмен, коррекция формы волнового фронта. Основные свойства голограмм: восстановление объектной волны (амплитуда, фаза, спектральный состав, распределение параметров в пространстве, изменение параметров во времени).</p> <p>Условия получения максимального голографического эффекта (излучение каждой точки объекта должно освещать всю поверхность регистрирующей среды): получение голограммы при освещении малорассеивающего объекта через диффузный экран. Делимость голограммы и практическое использование и применение этого свойства. Воспроизведение градаций яркости объекта в широком динамическом диапазоне: понятие яркости объекта; градации яркости; диапазона градаций яркости. Обращение волнового фронта: существо явления; его применение и использование.</p> <p>Ассоциативные свойства: возможность осуществления поиска изображения объекта по его фрагменту. Мультиплицирование изображения и его использование в научно-технических приложениях.</p> <p>Предельные параметры по информационной емкости: голографическая оптическая память, голографический диск.</p>				
Голографический физический эксперимент и применения голографии для решения конкретных научно-технических задач	18	18	0	52
Техника голографического эксперимента: установки для регистрации голограмм; регистрирующие среды для голографии; регистрация голограммы. Голографическая установка: назначение, состав, применение и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>использование. Источники когерентного излучения: основные параметры; основные типы; эксплуатационные характеристики. Голографическая схема: основные элементы. Устройства деления лазерного пучка по амплитуде. Типичные схемы для регистрации голограмм. Устройства деления лазерного пучка по волновому фронту: типичные схемы. Расширение лазерного пучка: линзой, телескопической системой и их расположение относительно делителя лазерного пучка. «Чистка» лазерного пучка. Поляризация лазерного пучка и устройства для ее изменения. Прямоугольная призма – многофункциональный элемент голографической схемы. Обеспечение механической, термической и конвекционной стабильности голографической схемы.</p> <p>Регистрирующие среды для голографии – основные голографические параметры: разрешающая способность, толщина, характер фотоотклика, чувствительность. Типы голограмм, определяемые фотооткликом среды: амплитудная голограмма (модуляция коэффициента поглощения); фазовая голограмма (модуляция показателя преломления); рельефно-фазовая (толщина материала). Оценка чувствительности регистрирующих сред для голографии: чувствительность в ед. ГОСТа; голографическая чувствительность; спектральная чувствительность. Разрешение: функция передачи контраста; частотно-контрастная характеристика. Динамический диапазон регистрирующих сред для голографии. Линейный режим записи голограмм. Галогенидо-серебряные регистрирующие среды – среды со скрытым изображением для получения статических голограмм: процесс получения голограмм; отличительные особенности.</p> <p>Полимерные регистрирующие среды для голографии: фотополимеризующиеся системы; светочувствительные полимерные среды. Основные требования к материалам для получения объемных статических голограмм. Конструирование регистрирующих сред для голографии: принцип композиционной структуры – пористые регистрирующие среды; принцип дисперсионной рефракции – фотохромные материалы с фотохимическим отбеливанием; принцип диффузионного усиления – полимерные материалы на основе фенантренхинона. Сравнение характеристик различных регистрирующих сред для записи статических голограмм. Динамические регистрирующие среды с локальным и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>нелокальным откликом: нестационарный энергообмен – сдвиговая трехмерная голограмма.</p> <p>Фоторефрактивные динамические среды: фоторефрактивные кристаллы; динамические среды с бистабильными примесными центрами. Анализ свойств плоских голограмм – основные понятия и соотношения. Анализ свойств объемных голограмм – условие Брэгга. Анализ свойств объемных голограмм-решеток с помощью теории связанных волн: основные положения; основные допущения; основные параметры. Изменение амплитуды связанных волн по глубине среды для пропускающей и отражательной решетки. Характеристики дифрагированной волны.</p> <p>Анализ свойств пропускающих и отражательных голограмм-решеток – амплитудных, фазовых, амплитудно-фазовых. Учет параметров среды: влияние нелинейности. Оценка предельных значений ДЭ различных типов голограмм в линейном и нелинейном режимах записи. Влияние нелинейности – краевые эффекты проявления – при получении изобразительных голограмм на галогенидосеребряных фотоматериалах. Цифровая голография: основные этапы голографического процесса и их осуществление в физическом эксперименте и методами математической обработки. Получение синтезированных голограмм на примере синтезированных голограмм Фурье: схема записи голограмм Фурье объектов-транспарантов; связь координат опорного источника, плоскости объекта и плоскости голограммы; связь параметров положения точки и ее голограммы. Различные положения точки и вид двоичной голограммы; некоторые изображения и их двоичная голограмма. Восстановление изображения объекта с помощью синтезированной голограммы.</p> <p>Преимущества синтезированных голограмм и перспективы их использования. Цифровые голограммы. Цифровая голография: численное восстановление изображения объекта; получение цветных изображений объектов; технические средства и перспективы развития цифровой голографии.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	36	36	0	104
ИТОГО по дисциплине	36	36	0	104

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Основные характеристики голограмм.
2	Получение голограмм. Схема Габора.
3	Получение голограмм. Схема Денсюка.
4	Получение голограмм. Схема Лейта и Упатниекса.
5	Получение изобразительных голограмм в проходящем свете.
6	Получение изобразительных голограмм в отраженном свете.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Основные этапы развития голографии.
2	Д. Габор – лауреат Нобелевской премии.
3	Ю.Н. Денсюк – основоположник объемной голографии.
4	С. Бентон – история развития радужных голограмм.
5	Голографическая память. Ассоциативная память. Голографические информационно-поисковые системы. Голографический оптический процессор.
6	Голографические дисплеи. Голографическое телевидение. Голографическое кино. Голографический портрет.
7	Голографическая интерферометрия. Голографический неразрушающий контроль. Голографическая дисдрометрия (исследование частиц). Голографическая регистрация быстропротекающих процессов.
8	Поляризационные голограммы. Эхо-голограммы. Обращение волнового фронта и его использование. Композиционные голограммы. Изобразительные голограммы – получение правильной передачи спектрального состава объектной волны.
9	Голограммные оптические элементы. Делитель лазерных пучков на основе объемной голограммы. Узкополосный спектральный селектор на основе объемной голограммы
10	Голографическое распознавание образов. Голографическая модель мозга. Голографическая модель Вселенной. Голографическая защита от подделок.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Беспрозванных В. Г. Нелинейная оптика : учебное пособие для вузов / В. Г. Беспрозванных, В. П. Первадчук. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	40
2	Беспрозванных В. Г. Нелинейные эффекты в волоконной оптике : учебное пособие для вузов / В. Г. Беспрозванных, В. П. Первадчук. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	10
3	Цаплин А. И. Фотоника и оптоинформатика. Введение в специальность : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	29
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Вербовецкий А.А. Кн.1. - Москва: Алекс, 2004. - (Оптическая голография в цифровых компьютерных технологиях; Кн.1).	5
2	Вербовецкий А.А. Кн.2. - М.: Алекс, 2004. - (Оптическая голография в цифровых компьютерных технологиях; Кн.2).	5
2.2. Периодические издания		
1	Прикладная фотоника : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Пермский инновационный территориальный кластер волоконно-оптических технологий Фотоника ; Под ред. А. С. Куркова ; С. А. Бабина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 - .	
2	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Беспрозванных В.Г. Нелинейная оптика. Пермь: ПГТУ, 2011. – 199 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4094	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Беспрозванных В.Г., Первадчук В.П. – Нелинейные эффекты в волоконной оптике : учебное пособие для вузов, Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 .— 227 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3443	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Гужов В. И. Цифровая голография. Математические методы : учебное пособие / Гужов В. И. - Санкт-Петербург: Лань, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-113399	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Цаплин А. И. Фотоника и оптоинформатика. Введение в специальность : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3471	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Прикладная голография. Курс лекций. Учеб. пособие. / Перминов А.В., Файзрахманова И.С.	https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры с выходом в интернет	5
Лабораторная работа	Комплект оборудования по голографии (согласно описи)	2
Лекция	Компьютер или ноутбук с программным обеспечением и проектором	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Основы голографии»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Волоконная оптика

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Общая физика

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 6 семестр

Курсовая работа: 6 семестр

Пермь 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, сдаче отчета по курсовой работе и экзамене. Виды контроля сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный	Промежуточный	
Усвоенные знания. Знает:	Т	ОЛР	ИЗ	КР	Э
3.1 - о голографии как научно-техническом направлении, основанном на возможности записи и преобразования волновых полей. - физическую природу голографического метода записи, хранения, воспроизведения и отображения информации.	+		+	+	+
3.2 - законы оптической физики, назначение и принцип действия экспериментальных приборов	+		+	+	+
Освоенные умения. Умеет:					
У.1 – использовать основные технологии записи голограмм и применять классические методики измерения параметров голограмм		+			+
У.2 - использовать законы оптической физики при получении и исследовании голограмм		+			+
Приобретенные владения. Владеет:					
В.1 – основными принципами создания голограмм и навыками применения теоретических знаний, полученных в разделах физической и волновой оптики, при рассмотрении практических приложений голографического метода.		+	+	+	+
В.2 - опытом практической работы с экспериментальными приборами и установками		+			+

Т – тестирование, ОЛР – оценка выполнения и защиты лабораторных работ, ИЗ – оценка выполнения индивидуального задания, КР – оценка выполнения и защиты курсовой работы, Э – экзамен.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде оценки за курсовую работу и оценки за экзамен, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены

следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций (см. таб. 1) проводится в следующих формах:

- тестирование для анализа усвоения теоретического материала (Т);
- оценка преподавателем выполнения и защиты лабораторных работ (ОЛР).

2.1.1. Тестирование (Т)

Тестирование предназначено для контроля знаний. Запланировано 6 тестирований после освоения студентами учебных тем дисциплины. Перечень тем приведен в основной части РПД.

Типовые задания теста по теме 1: «Исторические сведения. Голограмма как носитель информации»:

1. Голография раздел физики, в котором изучаются

1) процессы преобразования волновых полей интерференционными структурами, формируемыми когерентными волновыми полями при их взаимодействии в веществе;

2) процессы распространения световых волн в веществе;

3) явления дифракции световых волн при их взаимодействии в веществе;

4) явления интерференции световых волн при их взаимодействии в веществе

2. Запись оптических голограмм осуществляется

1) вследствие дифракции излучения в светочувствительной среде;

2) при регистрации в светочувствительной среде результата когерентного сложения исходного волнового поля с другой волной;

3) вследствие взаимодействия в светочувствительной среде двух или нескольких волн;

4) при регистрации в прозрачной светочувствительной среде результата взаимодействия различных волн.

3. Голографический метод применим

1) только к световым волнам;

2) к волнам любой природы;

3) только к механическим волнам;

4) к электромагнитным волнам.

4. Впервые идею голографии в 1947 году сформулировал

1) Ю.Н. Денисюк

2) Э. Лейт

3) Д. Габор.

4) Ю. Упатниекс

5. Первые исследования по трехмерной голографии (голографии в объемных средах) выполнил

1) Ю.Н. Денисюк

2) Э. Лейт

3) Д. Габор.

4) Ю. Упатниекс

Типовые задания теста по теме 2: «Получение восстановленной волны и изображения объекта при использовании различных голографических схем»

1. Объектная волна это

1) волна необходимая для считывания голограммы, в которой содержится информация, предназначенная для воспроизведения или преобразования.

2) произвольная волна образующая интерференционную картину при записи голограммы;

3) волна полученная после считывания голограммы, несущая информацию об объекте;

4) одна из волн необходимых для получения голограммы, в которой содержится информация, предназначенная для воспроизведения или преобразования.

2. Элементарная голограмма это

1) результат взаимодействия двух плоских монохроматических волн, представляет собой одномерную решетку толщины T , в которой изменение параметров среды происходит в строго определенном направлении;

2) малый кусочек регистрирующей среды толщины T , в которой изменение параметров среды происходит в строго определенном направлении;

3) результат взаимодействия двух произвольных волн на малом кусочке регистрирующей среды толщины T ;

4) результат взаимодействия нескольких когерентных волн на малом участке регистрирующей среды.

3. При восстановлении голограммы в направлении максимума +1 порядка наблюдается

1) действительное изображение предмета;

2) действительное изображение источника света;

3) мнимое изображение предмета;

4) мнимое изображение источника света.

4. В уравнениях Габора $E_G(r_0) = E'_G + E''_G + E'''_G$, $E'_G = T_0 \left[|A_0|^2 + |A|^2 \right] E_0$,
 $E''_G = T_0 |A_0|^2 E$, $E'''_G = T_0 |A_0|^2 E^* \exp(2ikr_0)$ **величина E'_G описывает**

1) комплексную амплитуду поля формируемого в плоскости голограммы при дифракции на ее структуре восстанавливающего излучения

2) комплексную амплитуду волны, идущей в направлении распространения объектной волны;

3) комплексную амплитуду волны, сходящейся в **действительное изображение предмета**

4) комплексную амплитуду волны, распространяющейся в направлении опорной волны.

5. Голограмма Денисюка это

1) отражательная голограмма с минимальным периодом;

2) пропускающая голограммы с максимальным периодом;

3) отражательная не осевая голограмма с максимальным периодом;

4) пропускающая не осевая голограммы с минимальным периодом.

Типовые задания теста по теме 3 «Основные свойства голограмм и основные типы голограмм»

1. Трехмерной (объемной, 3D) голограммой называется голограмма, для которой выполняется требование

1) $Tv > 0$;

2) $Tv \rightarrow 0$;

3) $Tv \rightarrow \infty$;

4) $T \rightarrow \infty$

2. Какое количество максимумов, наблюдаемых в двумерных (2D) голограммах.

1) 1

- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

3. Индикатриса рассеяния это

1) зависимость интенсивности рассеянного света от направления наблюдения;

2) зависимость интенсивности рассеянного света от мощности источника света;

3) зависимость интенсивности рассеянного света от длины волны излучения;

4) зависимость интенсивности рассеянного света от степени поляризации света.

4. Спектральная селективность элементарной голограммы

1) интервал углов падения $\Delta\theta$ плоской монохроматической восстанавливающей волны на голограмму, в пределах которого интенсивность дифрагированной волны превышает половину ее максимального значения;

2) интервал длин волн $\Delta\lambda$ (частот), в котором интенсивность дифрагированной волны превосходит половину ее максимального значения;

3) участок голограммы, в пределах которого интенсивность дифрагированной волны превышает половину ее максимального значения;

4) участок дифракционной картины, в котором интенсивность дифрагированной волны не превосходит половину ее максимального значения;

5. Ортоскопическим изображением объекта называется

1) изображение, в котором распределение разности фаз на поверхности изображения объекта соответствует распределению разности фаз на поверхности самого объекта;

2) изображение, в котором распределение разности фаз на поверхности изображения объекта имеет отрицательный знак по отношению к распределению разности фаз на поверхности объекта.

3) изображение, в котором распределение разности фаз на поверхности изображения объекта не связано с распределением разности фаз на поверхности объекта.

4) изображение, в котором распределение разности фаз на поверхности изображения объекта связано с распределением разности фаз на поверхности объекта гармоническим законом.

Типовые задания теста по теме 4 «Голографическая установка и основные элементы голографических схем»

1. Для регистрации голограммы необходимы:

- 1) источник излучения;
- 2) голографическая установка;

- 3) регистрирующая среда;
- 4) все перечисленные выше компоненты.

2. Используемые в голографии источники излучения подразделяют на

- 1) две основные группы;
- 2) три основные группы;
- 3) четыре основные группы;
- 4) пять основных групп

3. Для записи высококачественных изобразительных голограмм в качестве источника излучения применяют

- 1) ртутные лампы;
- 2) светодиодные лампы;
- 3) солнце;
- 4) лазеры.

4. Голографическая установка включает следующие основные части:

- 1) источник излучения, голографическую схему;
- 2) оптический стол, систему защиты от вибраций;
- 3) систему защиты от воздушных потоков и акустических воздействий, комплекс контрольно-измерительных приборов;
- 4) Все перечисленные выше компоненты.

5. Основными узлами голографических схем являются:

- 1) делители и расширители лазерного пучка,
- 2) устройства для фильтрации лазерного излучения и поворотные зеркала;
- 3) узлы крепления объектов и регистрирующей среды,
- 4) все перечисленные выше объекты.

Типовые задания теста по теме 5 «Регистрирующие среды для голографии и влияние параметров среды на свойства голограмм»

1. Регистрирующие среды для голографии это светочувствительные материалы, в которых регистрируемая интерференционная картина инициирует возникновение пространственной модуляции

- 1) коэффициента поглощения - α ;
- 2) показателя преломления – n ;
- 3) толщины материала – T ;
- 4) одного или нескольких из перечисленных выше параметров среды.

2. Разрешение материала (R) характеризуется

- 1) максимальной пространственной частотой голограммы (минимальным периодом интерференционной картины);
- 2) минимальной пространственной частотой голограммы (максимальным периодом интерференционной картины);

3) максимальной пространственной частотой голограммы (максимальным периодом интерференционной картины);

4) минимальной пространственной частотой голограммы (минимальным периодом интерференционной картины).

3. Фотоотклик материала это

1) отклик материала на механическое воздействие, который определяет модуляцию оптического параметра среды, а также характер изменения оптического параметра;

2) отклик материала на световое воздействие, который определяет модуляцию оптического параметра среды, а также характер изменения оптического параметра;

3) отклик материала на произвольное внешнее воздействие, при котором показатель преломления среды;

4) отклик материала на световое воздействие, при котором происходит изменение пропускающей способности материала.

4. Чувствительность S регистрирующей среды для голографии характеризует

1) свойство материала реагировать на механические воздействия;

2) химические свойства материала;

3) свойство материала реагировать на количество энергии воздействующего излучения;

4) свойство материала реагировать на строго определенный тип излучения.

5. Интегральная чувствительность фотоматериалов определяется с помощью

1) сенситометров;

2) оптических микроскопов;

3) фотометров;

4) спектрометров.

Типовые задания теста по теме 6: «Анализ свойств голограмм, оценка возможностей голограмм различного типа»

1. Делитель излучения осуществляет деление светового потока

1) либо по амплитуде, либо по волновому фронту;

2) только по амплитуде;

3) только по волновому фронту;

4) по амплитуде и волновому фронту.

2. Для получения коллимированного лазерного пучка нужного диаметра используют телескопические системы, состоящие из

1) полупрозрачных пластин;

2) прозрачных призм;

- 3) линз
- 4) зеркал

3. При регистрации голограмм наиболее предпочтительным является

- 1) не поляризованное (естественное) излучение;
- 2) линейно-поляризованное излучение;
- 3) излучение поляризованное по кругу;
- 4) частично-поляризованное излучение.

4. В зависимости от фотоотклика среды голограммы делятся на

- 1) амплитудные и фазовые;
- 2) амплитудные и рельефно-фазовые;
- 3) амплитудные, фазовые и рельефно-фазовые;
- 4) среди приведенных выше ответов нет верного.

5. Спектральная чувствительность это

- 1) чувствительность к излучению узкого спектрального интервала, характеризуемого одной длиной волны;
- 2) чувствительность к излучению широкого спектрального интервала, характеризуемого одной длиной волны;
- 3) чувствительность к излучению узкого спектрального интервала, характеризуемого определенным набором длин волны;
- 4) чувствительность к излучению широкого спектрального интервала, характеризуемого определенным набором длин волны.

Результаты тестирования оцениваются по 4-х балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Критерии оценки результатов тестирования приведены в таблице 2.

Таблица 2 Критерии оценки результатов тестирования

Количество верных ответов	Оценка (балл) $З_i$
1, 2	2
3	3
4	4
5	5

По результатам тестирования определяется средняя оценка – $ЗТ$: $ЗТ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 З_i$

2.1.2. Защита лабораторных работ

При выполнении и защите лабораторных работ проверяется уровень сформированности умений и владений. Всего запланировано 6 лабораторных работы. Темы лабораторных работ приведены в РПД. Защита лабораторной работы

проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Оценивается выполнение и защита лабораторных работ по двух балльной шкале (зачет/незачет). При отсутствии зачета по лабораторной работе студент не допускается до экзамена. Для получения зачета по лабораторной работе студент обязан самостоятельно, либо в составе группы выполнить работу, оформить и сдать преподавателю отчет о выполненной работе.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль предназначен для комплексного оценивания усвоенных знаний и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, после освоения студентами учебного модуля в форме выполнения индивидуальных заданий. Средствами контроля являются индивидуальные задания по изученному теоретическому материалу (ИЗ). Всего запланировано выполнение 2-х индивидуальных заданий. ИЗ состоит из теоретической и практической частей.

Типовое индивидуальное задание по модулю 1 «Основы голографического метода записи и воспроизведения информации с точки зрения волновой и физической оптики»

Теоретическая часть: Описать основные этапы становления голографии. Описать перспективы развития голографических методов научных исследований и возможности применения голографии.

Практическая часть: Практическая реализация схемы Габора при голографировании непрозрачных объектов.

Типовое индивидуальное задание по модулю 2 «Голографический физический эксперимент и применения голографии для решения конкретных научно-технических задач»

Теоретическая часть: Анализ свойств объемных голограмм-решеток с помощью теории связанных волн: основные положения; основные допущения; основные параметры.

Практическая часть: Обеспечение механической, термической и конвекционной стабильности голографической схемы

Индивидуальное задание выполняется в форме реферата и сдается на проверку преподавателю. Выполнение практической части демонстрируется преподавателю с помощью лабораторной установки.

Результаты выполнения индивидуального задания оцениваются по 2-х балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Критерии оценки результатов тестирования приведены в таблице 3.

Таблица 3 Критерии оценки результатов ИЗ ($i = 1, 2$)

Критерий выполнения ИЗ	Оценка (балл)	
	Знания ИЗЗ _{<i>i</i>}	Владения ИЗВ _{<i>i</i>}
только теоретическая часть	2	0
только практическая часть	0	3
теоретическая часть полностью, практическая частично	2	1
теоретическая часть частично, практическая полностью	1	3
теоретическая и практическая части полностью	2	3

По итогам выполнения двух ИЗ определяется средняя оценка уровня сформированности знаний и владений:

$$\text{СИЗ} = (\text{ИЗЗ}_1 + \text{ИЗЗ}_2 + \text{ИЗВ}_1 + \text{ИЗВ}_2)/2,$$

которая заносится в карточку преподавателя и учитываются при выставлении итоговых оценок

2.3. Промежуточная аттестация (промежуточный контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля. Промежуточная аттестация проводится в форме защиты каждым студентом курсовой работы и экзамена.

2.3.1. Курсовая работа

Курсовая работа (КР) представляет собой комплексное индивидуальное задание, которое выполняется студентом в течение семестра, оформляется согласно действующему ГОСТу и сдается на проверку преподавателю. После проверки происходит процедура защиты в виде презентации работы. На презентацию работы отводится 5 – 7 мин. Примерные темы курсовых работ представлены в п.5.2 основной части РПД.

2.3.2 Экзамен

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций. *Контроль уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций поводится на основании собеседования по теме курсовой работы.* Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Типовые вопросы для экзамена приводятся в основной части РПД учебной дисциплины. Пример типовой формы

билета для экзамена представлен в приложении 2 общей части ФОС бакалаврской программы. В силу наличия курсовой работы билет будет содержать 2 вопроса.

2.4.3. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время итоговой промежуточной аттестации в форме экзамена. Интегральная шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы

В результате проведения экзамена на основании критериев и показателей оценивания, приведенных ниже, студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», которая заносится в зачетную ведомость и зачетную книжку студента (только если положительная)

3. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

3.1 Курсовая работа

По результатам защиты курсовой работы выставляется интегральная оценка по 4-х балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные образовательные результаты в форме *знать, уметь, владеть*, указанные в задании на курсовую работу (проект). Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при защите курсовой работы для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

В результате защиты курсовой работы студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», которая заносится в зачетную ведомость и зачетную книжку студента (только если положительная)

3.2 Экзамен

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания определяется следующим образом:

$$\text{ИОТР} = (\text{ЗТ} + \text{СИЗ})/2$$

На основании оценочного листа и критериев выведения итоговой оценки промежуточной аттестации, которые представлены в общей части ФОС бакалаврской программы студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», которая заносится в зачетную ведомость и зачетную книжку студента (только если положительная)